



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

Patentschrift
DE 197 18 764 C 1

51 Int. Cl.⁶:
B 60 R 25/00
B 60 R 25/04
E 05 B 65/12
// E05B 49/00

21 Aktenzeichen: 197 18 764.1-51
22 Anmeldetag: 6. 5. 97
43 Offenlegungstag: -
45 Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 27. 8. 98

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

73 Patentinhaber:
Siemens AG, 80333 München, DE

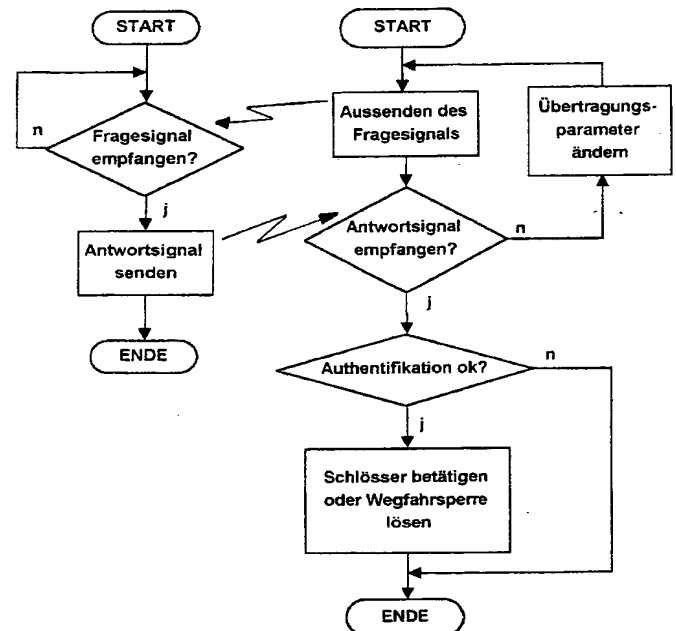
72 Erfinder:
Seubert, Tilmann, Dr., 93077 Bad Abbach, DE; Gold,
Peter, 92318 Neumarkt, DE; Peters, Karl-Jürgen,
90596 Schwanstetten, DE; Emmerling, Ulrich,
93309 Kelheim, DE; Löffler, Maximilian, 93170
Bernhardswald, DE

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE 1 96 05 836 C1
DE 1 95 40 833 C1
DE 1 95 42 441 A1
DE 38 20 248 A1
DE 1 95 31 219 U1

54 Diebstahlschutzsystem für ein Kraftfahrzeug

57 Ein Kraftfahrzeug (1) weist mehrere Rahmenantennen (3) an seiner Außenseite auf. Über jede Rahmenantenne (3) wird ein Fragesignal abhängig von einem Übertragungsparameter unter veränderten Übertragungsbedingungen zu einem Transponder (5) übertragen. Derjenige Übertragungsparameter, bei dem der Transponder (5) ein korrektes Antwortsignal sendet, wird als Startwert für zukünftige Übertragungen gespeichert.



DE 197 18 764 C 1

DE 197 18 764 C 1

Die Erfindung betrifft ein Diebstahlschutzsystem für ein Kraftfahrzeug, mit dem Türen ver- oder entriegelt werden oder eine elektronische Wegfahrsperre gelöst wird.

Ein bekanntes Diebstahlschutzsystem (DE 38 20 248 A1) weist eine Antennenvorrichtung in der Fahrertür auf. Wenn ein Benutzer in das Fahrzeug einsteigen möchte, so wird durch Betätigen eines Auslöseschalters ein Frage-Antwort-Dialog ausgelöst. Hierbei wird ein Fragesignal von der Antennenvorrichtung im Fahrzeug zu einem von dem Benutzer getragenen Transponder gesendet. Dieser sendet ein verschlüsseltes Antwortsignal zurück, falls er das Fragesignal empfängt. Im Kraftfahrzeug wird das Antwortsignal mit einem erwarteten Sollsignal verglichen und wenn die beiden übereinstimmen (erfolgreiche Authentifikation), so werden die Türen ver- oder entriegelt.

Eine solche Antennenvorrichtung im Kraftfahrzeug ist durch zwei Rahmenantennen realisiert, die senkrecht zueinander stehen. Durch Steuern der beiden Antennen mit sinusförmigen Signalen werden elektromagnetische Felder erzeugt. Diese Felder induzieren in einer Transponderspule des Transponders eine Spannung. Damit die induzierte Spannung möglichst groß ist, müssen die Feldlinien in genügendem Maße die Transponderspule durchsetzen. Dies ist dann der Fall, wenn die Feldlinien des erzeugten Magnetfeld nicht in einer Ebene, sondern zumindest in zwei Ebenen verlaufen. Daher sind die beiden Rahmenantennen senkrecht zueinander angeordnet.

Nun kann es jedoch vorkommen, daß der tragbare Transponder zufälligerweise mit seiner Windungsfläche seiner Transponderspule derart positioniert ist, daß die Windungsfläche immer noch parallel zu den Feldlinien des Magnetfeldes verlaufen. Dann wird die Transponderspule nicht oder nicht genügend von dem Magnetfeld durchsetzt, so daß das Fragesignal von dem Transponder nicht oder mit zu geringer Amplitude empfangen wird.

In einer nicht vorveröffentlichten Patentanmeldung (DE 195 42 441) wird daher eine Antenne vorgeschlagen, die aus zwei Rahmenantennen besteht, die dicht beieinander und in einer Ebene angeordnet sind. Um ein räumliches Magnetfeld zu erzeugen, werden die beiden Rahmenantennen getrennt voneinander, jedoch phasenverschoben zueinander gesteuert. Somit entsteht ein räumlich hin- und herbewegtes Magnetfeld. Auch hier kann es noch vorkommen, daß die Windungsfläche der Transponderspule nicht im genügendem Maße mit Magnetfeldlinien des von den beiden Rahmenantennen erzeugten Magnetfeldes durchsetzt wird.

Außerdem können die beiden Rahmenantennen nicht immer dicht beieinander angeordnet werden. Dies ist beispielsweise dann der Fall, wenn die eine Rahmenantenne in der Vordertür und die andere in der Hintertür angeordnet ist. Dann entsteht kein – oder nur ein gering ausgeprägtes – hin- und herbewegtes Magnetfeld.

Der Erfindung liegt das Problem zugrunde, ein Diebstahlschutzsystem für ein Kraftfahrzeug zu schaffen, bei dem Signale derart von einem fahrzeugseitigen Sender ausgesendet werden, daß sie zuverlässig von einem tragbaren Transponder in der Nähe des Kraftfahrzeugs empfangen werden können, und dies weitgehend unabhängig von der Ausgestaltung des Transponders.

Dieses Problem wird erfindungsgemäß durch die Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst.

Dabei sind zumindest zwei Rahmenantennen getrennt voneinander in dem Kraftfahrzeug angeordnet. Die Rahmenantennen werden dabei unter verschiedenen Bedingungen (die durch Antennenparametern festgelegt sind) betrieben, wodurch das Fragesignal von jeder Rahmenantenne je-

weils in einem separaten Übertragungskanal ausgesendet wird. Wenn das Fragesignal ungenügend empfangen wird, so wird kein oder ein ungenügendes Antwortsignal zurückgesendet. Daher werden die Antennenparameter verändert, damit die Übertragung des Fragesignals nochmals unter anderen Bedingungen stattfindet. Somit wird das Fragesignal sicher und schnell abhängig von Übertragungsparametern mehrfach vom Kraftfahrzeug zu dem Transponder übertragen. Somit steigt die Wahrscheinlichkeit, daß der Transponder ein Fragesignal sicher empfängt. Der Transponder sendet dann sein Antwortsignal zurück.

Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind durch die Unteransprüche gekennzeichnet. So können die Antennen mit verschiedenen Antennenparametern angesteuert werden, zu denen jeweils das zurückgesendete Antwortsignal ausgewertet wird. Bei demjenigen Antwortsignal, bei dem die größte Übereinstimmung besteht, kann der dazugehörige Antennenparameter als zukünftiger Antennenparameter für eine oder alle Antennen gespeichert und verwendet werden.

Es kann auch ein Vorsignal ausgesendet werden, bei dem der Antennenparameter ständig geändert wird. Durch Auswerten des Antwortsignals wird der optimale Antennenparameter ermittelt, bevor dann mit dem so ermittelten Antennenparameter die maßgebliche Information zu dem Transponder übertragen wird.

Die Antennenparameter können gespeichert werden, so daß sie für zukünftige Übertragungen als Startwerte zur Verfügung stehen. Die Antennenparameter unterscheiden sich in der Frequenz, der Leistung, der Phasenlage der ausgesendeten Signale und der Auswahl der gleichzeitig sendenden Antennen. Die Antennen sind vorteilhafterweise in den Türen des Kraftfahrzeugs angeordnet. Der Transponder hingegen ist in einem Gehäuse ähnlich einer Chipkarte (Smart Card) angeordnet.

Vorteilhaft ist es, wenn das Diebstahlschutzsystem eine Meßantenne aufweist, die beispielsweise auf dem Transponder angeordnet ist. Mit dieser können die vom Kraftfahrzeug ausgesendeten Fragesignale empfangen und ausgewertet werden. Durch eine Rückmeldung an das Fahrzeug können dort die Fragesignale solange geändert werden, bis die Fragesignale mit größter Stärke empfangen werden. Auf diese Weise können Fahrzeuge am Bandende beim Fahrzeughersteller erstmalig mit optimalen Antennenparametern initialisiert werden.

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden im folgenden anhand der schematischen Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 ein Blockschaltbild eines erfindungsgemäßen Diebstahlschutzsystems,

Fig. 2 ein Blockschaltbild einer Sende- und Empfangseinheit im Kraftfahrzeug des Diebstahlschutzsystems nach **Fig. 1**,

Fig. 3 ein Blockschaltbild eines tragbaren Transponders des Diebstahlschutzsystems nach **Fig. 1**,

Fig. 4 ein Ablaufdiagramm zum Verfahren einer Authentifikation mit Hilfe des Transponders,

Fig. 5 Richtcharakteristika von Antennen des Diebstahlschutzsystems,

Fig. 6 und **7** Magnetfeldverläufe im Kraftfahrzeug, die durch die Antennen des Diebstahlschutzsystems hervorgerufen werden und

Fig. 8 ein Blockschaltbild zum Initialisieren des Diebstahlschutzsystems.

Ein erfindungsgemäßes Diebstahlschutzsystem für ein Kraftfahrzeug **1** (**Fig. 1**) weist eine Sende- und Empfangseinheit **2** im Kraftfahrzeug **1** auf. Die Sende- und Empfangseinheit **2** sendet Signale über Antennen **3** drahtlos (vgl.

blitzförmige Pfeile in **Fig. 1**) aus, empfängt Signale, wertet diese aus und steuert betreffende Einheiten im Kraftfahrzeug **1**. Die Sende- und Empfangseinheit **2** muß nicht in einem einzigen Gehäuse angeordnet sein, sondern kann jeweils mit der Sendeeinheit, der Empfangseinheit und der Auswerteeinheit über das Kraftfahrzeug verteilt angeordnet sein, wobei die Einheiten über Datenleitungen miteinander verbunden sind.

Die Sende- und Empfangseinheit **2** ist mit Antennen **3** in den Seitentüren, am Heck/Kofferraum, in Bereich des Tanks, im Bereich der Stoßfänger oder an sonstigen Stellen verteilt über die Karosserie des Fahrzeugs verbunden. Über die Antennen wird jeweils ein Fragesignal bei Betätigen eines Auslöseschalters **4** (vgl. **Fig. 2**) ausgesendet. Falls das Fragesignal von einem tragbaren Codegeber oder Antwortgeber (tragbare Sende- und Empfangseinrichtung, die im folgenden als Transponder **5** bezeichnet wird) empfangen wird, so sendet dieser ein Antwortsignal zurück.

Das Antwortsignal wird von einer der Antennen **3** oder einer weiteren Antenne im Kraftfahrzeug empfangen und der Sende- und Empfangseinheit **2** als Auswerteeinheit zugeleitet. Dort wird das Antwortsignal ausgewertet.

Die Sende- und Empfangseinheit **2** ist mit Türschlössern **6**, Steuergeräten oder sonstigen elektronischen Einheiten im Kraftfahrzeug **1** über Datenleitungen verbunden. Wenn sich der Transponder **5** als berechtigt herausstellt (erfolgreiche Authentifikation), so werden je nach Inhalt des Antwortsignals ein oder alle Türschlösser **6** ver- oder entriegelt, eine Wegfahrsperre **7** gelöst, das Innenlicht ein-/ausgeschaltet, Fenster oder Schiebedach geöffnet/geschlossen, die Heizung ein-/ausgeschaltet, usw. Die Sende- und Empfangseinheit **2** weist hierzu eine Steuereinheit auf, die Steuersignale an die entsprechenden elektronischen Einheiten im Kraftfahrzeug **1** ausgibt.

Um den Frage-Antwort-Dialog zwischen dem Kraftfahrzeug **1** und dem Transponder **5** einzuleiten, muß das Fragesignal zunächst ausgelöst werden. Hierzu kann entweder der Transponder **5** einen Auslöseschalter (nicht dargestellter Tastschalter) aufweisen, bei dessen Betätigung ein Startsignal zu dem Kraftfahrzeug **1** gesendet wird, woraufhin das Kraftfahrzeug **1** das Fragesignal aussendet. Der Auslöseschalter **4** kann auch außen am Kraftfahrzeug **1** in der Nähe eines Türgriffs vorgesehen sein, bei dessen manueller Betätigung das Fragesignal ausgesendet wird. Im Fahrzeug kann auch ein Näherungsschalter vorgesehen sein, der das Fragesignal beim Annähern einer Person aussendet. Ebenso kann die Sende- und Empfangseinheit **2** das Fragesignal intermittierend (Polling) aussendet und daraufhin auf das Antwortsignal warten. Das intermittierende Aussenden kann dabei über verschiedenen Antennen **3** unter verschiedenen Sendebedingungen von statten gehen.

Für die Erfindung ist es jedoch unwesentlich, wie das Fragesignal ausgelöst wird. Wesentlich ist hingegen, daß durch das Fragesignal ein Antwortsignal von einem tragbaren Transponder **5** angefordert wird, durch das der Transponder **5** seine Berechtigung nachweist (Authentifikation) und dem Kraftfahrzeug **1** mitteilt, was im Kraftfahrzeug zu steuern ist. Wesentlich ist auch, unter welchen Bedingungen das Fragesignal ausgesendet und übertragen wird, damit eine optimale Kopplung mit dem Transponder erreicht wird.

Die Sende- und Empfangseinheit **2** weist gemäß **Fig. 2** eine Recheneinheit **9** (Mikroprozessor μP) auf, die sowohl als Steuereinheit als auch als Auswerteeinheit dient. Durch die Recheneinheit **9** wird das Senden und Empfangen von Signalen gesteuert und die empfangenen Signale ausgewertet sowie weitere elektronische Einheiten im Fahrzeug gesteuert. Hierzu ist sie mit einem Sender **10** und einem Empfänger **11** verbunden, in denen die Signale moduliert bzw.

demoduliert werden. Jede Antenne **3** ist jeweils mit einem Sender **10** und einem Empfänger **11** verbunden. Die Antennen **3** können sowohl Signale senden als auch welche empfangen. Der Empfang von Signalen ist auch über andere, nicht dargestellte Antennen möglich.

Die Recheneinheit **9** ist über eine Datenleitung **12** mit den Türschlössern **6**, der Wegfahrsperre **7** oder sonstigen Steuergeräten verbunden. Die Sende- und Empfangseinheit **2** weist Speichereinheiten auf, in denen Antennenparameter (Parameterspeicher **14**) und Sollwerte (Sollwertspeicher **15**) gespeichert sind. Die gespeicherten Daten können bereits vorab (während einer Initialisierungsphase) oder auch während des Betriebs in den Speichereinheiten **14** und **15** gespeichert werden.

Der Transponder **5** (**Fig. 3**) ist vorteilhafterweise auf einer schekkartengroßen Karte angeordnet. Er weist einen Sender **16** und einen Empfänger **17** auf, die mit einem Transponder-IC **18** verbunden sind. In dem Transponder-IC **18** ist eine vor unberechtigtem Zugriff geschützte, benutzerspezifische Codeinformation gespeichert oder es wird eine solche dort mit Hilfe eines mathematischen Algorithmus erzeugt. Die Codeinformation wird zum Verschlüsseln des Antwortsignals verwendet. Anschließend wird das Antwortsignal zurückgesendet, wenn zuvor das Fragesignal empfangen wurde.

Zum Senden und zum Empfangen von Signalen weist der Transponder **5** eine Antenne in Form einer Spule (Transponderspule **19**) auf. Die Transponderspule **19** weist mehrere Windungen auf, die in einer Ebene parallel zu der Kartenoberseite gewickelt sind und eine Windungsfläche umschließen. Die Windungen können auch Leiterbahnen einer Leiterplatte sein, auf der dann auch das Transponder-IC **18** sowie der Sender **16** und der Empfänger **17** als integrierte Bauelemente angeordnet sind.

Anhand der **Fig. 4** wird das Verfahren der Authentifikation näher erläutert. Dabei sind in der **Fig. 4** die Verfahrensschritte, die im Transponder **5** stattfinden, auf der linken Seite dargestellt und die Verfahrensschritte, die im Kraftfahrzeug **1** stattfinden, auf der rechten Seite dargestellt.

Zunächst wird ein Fragesignal über zumindest zwei Antennen **3** vom Kraftfahrzeug **1** ausgesendet. Wenn ein Fragesignal vom Transponder **5** empfangen wurde, so wird das Antwortsignal vom Transponder **5** zurückgesendet. Wenn das Antwortsignal innerhalb einer vorgegebenen Zeitdauer nicht empfangen wird, so werden – wie weiter unten näher erläutert – Antennenparameter geändert und der Frage-Antwort-Dialog erneut durchgeführt.

Falls das Antwortsignal empfangen wurde, so wird es mit einem Sollsignal verglichen (Authentifikation). Wenn die Authentifikation erfolgreich war, so werden Türschlösser **6** entriegelt oder die Wegfahrsperre **7** gelöst. War die Authentifikation nicht erfolgreich, so ist das Verfahren der Authentifikation ohne irgendeine Aktion beendet. Gegebenenfalls kann Alarm ausgelöst werden, falls der Versuch unternommen wurde, die Authentifikation mit einem nicht berechtigten Transponder durchzuführen.

Über zumindest zwei Antennen **3** im Kraftfahrzeug **1** wird das Fragesignal ausgesendet. Da die Antennen **3** als Rahmenantennen (mehrere etwa rechteckförmige oder kreisförmige Windungen in einer Ebene) ausgebildet sind, werden elektromagnetische Felder (im folgenden als Magnetfelder bezeichnet) erzeugt, die sich je nach Lage der Antennen **3** zueinander überlagern (vgl.

Fig. 5). Es entsteht ein resultierendes Magnetfeld (schraffiert dargestellter Bereich in **Fig. 5**).

Die Antennen **3** werden mit unterschiedlicher Sendefrequenz, unterschiedlicher Sendeleistung und/oder unterschiedlicher Phase zueinander gesteuert. Dadurch ändert

sich jeweils das resultierende Magnetfeld. Ebenso kann eine Veränderung des Magnetfeldes durch Verändern des Anbringungsorts einer Antenne 3 oder durch Auswahl der anzusteuern den Antennen 3 erzielt werden. Die Sende- und Empfangseinheit 2 legt dabei durch Antennenparameter fest, unter welchen Bedingungen die Antennen 3 angesteuert werden.

Wenn ein Benutzer in sein Kraftfahrzeug 1 einsteigen möchte und den Transponder 5 bei sich trägt, so muß er zunächst den Frage-Antwort-Dialog auslösen. Je nachdem, wo er den Transponder 5 trägt und wie dann die Transponderspule 19 mit ihrer Windungsfläche im Bezug auf das von den Antennen 3 im Kraftfahrzeug 1 erzeugte Magnetfeld mit seinen Magnetfeldlinien gerichtet ist, kann das Fragesignal mit unterschiedlicher Stärke empfangen werden.

Wenn der Transponder 5 mit seiner Transponderspule 19 derart gerichtet ist, daß die Magnetfeldlinien des erzeugten Magnetfeldes die Transponderspule 19 senkrecht schneiden (Windungsfläche senkrecht zu den Magnetfeldlinien), so wird bekanntlich die größte Spannung in der Transponderspule 19 induziert. Das Fragesignal wird also optimal empfangen.

Ist die Transponderspule 19 jedoch so gerichtet, daß die Magnetfeldlinien parallel zur Windungsfläche der Transponderspule 19 verlaufen, so wird keine Spannung in der Transponderspule 19 induziert. Das Fragesignal wird dann nicht empfangen, obwohl sich der Transponder 5 genügend nahe beim Kraftfahrzeug 1 befindet (der Transponder 5 ist innerhalb der Reichweite der Antennen 3).

Man spricht dann von einer Nullstelle. Eine Nullstelle wird dann eingenommen, wenn die Intensität der in der Transponderspule 19 induzierten Spannung unter einem Schwellwert (beispielsweise 100 mV) liegt. Die Lagen der Nullstellen hängen von verschiedenen Parametern ab, wie einerseits von der Lage/Orientierung der Transponderspule 19 und andererseits von dem Anbringungsort der Antennen 3 im Fahrzeug, der Sendeleistung, der Sendefrequenz und/oder Phase der Ansteuerung bezüglich zweier Antennen 3 sowie der Auswahl, welche der Antennen 3 das Fragesignal senden.

Um Nullstellen weitgehend zu vermeiden, werden die Antennen 3 mit unterschiedlichen Kombinationen von Antennenparametern angesteuert. Dadurch ändert sich die Leistung, die Frequenz und/oder die Phase einer Antenne 3 bezüglich einer anderen Antenne 3. Somit ergeben sich viele verschiedene, von den Antennenparameter abhängige Magnetfelder. Da das Fragesignal mit Hilfe eines Magnetfelds übertragen wird, bewirkt jede Kombination und damit jeder Antennenparameter eine eigene Sendebedingung und somit einen eigenen Übertragungskanal (und damit ein eigenes resultierendes Magnetfeld).

Damit der Benutzer nicht darauf achten muß, daß der Transponder 5 mit seiner Transponderspule 19 möglichst optimal zu dem Magnetfeld gerichtet ist, werden durch systematisches Ändern der Antennenparameter (dies hat Änderungen des resultierenden Magnetfelds zur Folge) automatisch die möglichst besten Bedingungen für die Übertragung des Fragesignals ermittelt. Zur Auswertung der besten Bedingungen wird das von dem Transponder 5 zurückgesendete Antwortsignal verwendet. Ebenso kann auf dem Transponder 5 eine Meßeinrichtung vorgesehen sein, die das am Ort des Transponders 5 vorliegende Magnetfeld auswertet und die Meßwerte in einem Antwortsignal an die Sende- und Empfangseinheit 2 sendet.

Nachdem der Auslöseschalter 4 betätigt wurde, wird das Fragesignal mit der zu übertragenden Information abhängig von einer Kombination von Antennenparametern über zumindest zwei Antennen 3 ausgesendet. Beispielsweise kann

die zu übertragende Information zunächst mit dem Antennenparameter "Phasenverschiebung von 0° zwischen der Antenne 3 in der Fahrertür und der Antenne 3 in der hinteren fahrerseitigen Tür" (oder an der Karosserie im Bereich des Rücksitzes, falls keine Tür hinten vorhanden ist) ausgesendet werden. Anschließend wird der Antennenparameter "Phasenverschiebung . . ." so geändert, daß eine Phasenverschiebung von 180° zwischen den beiden Antennen 3 erzielt wird.

Durch die Phasenverschiebung von 180° werden deutlich unterschiedliche Verhältnisse geschaffen, so daß bei zumindest einer der beiden resultierenden Magnetfelder sicher eine genügend große Spannung in der Transponderspule 19 induziert wird. Falls die induzierte Spannung über einem Schwellwert liegt, so wird daraufhin das Antwortsignal zurückgesendet. Sobald das Antwortsignal empfangen wird, wird der dazugehörige Antennenparameter oder die Kombination von Antennenparametern registriert und in den Parameterspeicher 14 gespeichert.

Für die Authentifikation genügt es, wenn ein gültiges und berechtigtes Antwortsignal empfangen wird. Zum Einstellen von guten Übertragungsverhältnissen werden jedoch mehrere Antwortsignale benötigt, die jeweils durch unterschiedliche Sendeverhältnisse/Übertragungskanäle (abhängig von den Antennenparametern) hervorgerufen werden.

Es kann dabei nicht nur ein Antennenparameter, sondern mehrere Antennenparameter (daher auch Kombination von Antennenparametern) geändert werden. Antennenparameter sind beispielsweise die Sendeleistung, die Sendefrequenz, die Phase zwischen zwei Antennen 3 oder die Auswahl von Antennen 3. Der Antennenparameter "1" bedeutet beispielsweise, daß die fahrerseitige Antenne 3 an der Vordertür zum Senden angesteuert wird. Der Antennenparameter "125" bedeutet beispielsweise, daß diese Antenne 3 mit einer Sendefrequenz von 125 kHz betrieben wird. Der Antennenparameter "50" bedeutet beispielsweise, daß diese Antenne bei 50% der maximalen Leistung betrieben wird. Die Kombination "1, 50, 125; 3, 100, 125" der Antennenparameter bedeutet dann, daß die erste Antenne 3 mit 50% Leistung und bei 125 kHz sendet, während die dritte Antenne 3 mit 100% Leistung und ebenfalls bei 125 kHz sendet.

Das Fragesignal kann auch in verschiedene Blöcke unterteilt werden, wobei jeder Block mit einem veränderten Antennenparameter ausgesendet wird. Dies kann innerhalb einer vorgegebenen Zeitdauer solange geschehen, bis der Transponder 5 mit seinem Antwortsignal antwortet. Von diesem Zeitpunkt an können die restlichen Blöcke des Fragesignals mit der zuletzt ausgesendeten Kombination von Antennenparametern ausgesendet werden. Dadurch erhält man einen Zeitgewinn bei der Übertragung des gesamten Fragesignals, da nicht zuerst das gesamte Fragesignal ausgesendet und dann der Antennenparameter geändert werden muß.

Das Fragesignal kann auch ein Vorsignal aufweisen, das vor der eigentlich zu übertragenden Information ausgesendet wird. Das Vorsignal wird bei jedem Aussenden geändert, und zwar mit unterschiedlichen Sendebedingungen bedingt durch die Antennenparameter, die innerhalb eines vorgegebenen Wertebereichs geändert werden. Durch die Rückmeldung über das Antwortsignal ermittelt die Sende- und Empfangseinheit 2 anhand des Vorsignals, welche Kombination von Antennenparametern am wirkungsvollsten zu einem korrekten Antwortsignal führen. Daraufhin wird die eigentliche zu übertragende Information in dem Fragesignal mit diesem zuvor ermittelten Antennenparameter ausgesendet.

Jeder Kombination von Antennenparametern kann auch eine Kennzahl zugewiesen werden. Diese Kennzahl wird zusammen mit der zu übertragenden Information bei unter-

schiedlichen Sendebedingungen ausgesendet. Der Transponder **5** erzeugt zu jedem Fragesignal ein Antwortsignal, in dem ebenfalls die Kennzahl enthalten ist. Durch Auswerten der Kennzahl stellt dann die Sende- und Empfangseinheit **2** fest, bei welcher Antennenparameterkombination das Antwortsignal sicher zurückgemeldet wird. Diese Kombination von Antennenparametern kann dann für zukünftige Übertragungen des Fragesignals in dem Parameterspeicher **14** der Sende- und Empfangseinheit **2** als Startwert abgespeichert werden.

Es muß nicht die gesamte Kombination von Antennenparametern mit Kennzahlen ausgesendet werden. Es genügt eine Untermenge oder eine geeignete Auswahl der Kombination auszusenden, so daß die optimale Kombination von Antennenparametern aus dieser Untermenge ermittelt werden kann. Dadurch läßt sich die Dauer des Vorsignals reduzieren, so daß der Vorgang der Authentifikation schneller vonstatten gehen kann.

Die Kombination von Antennenparametern bestimmt, mit welchen Antennen **3** unter welchen Bedingungen (Frequenz, Leistung, Phase) ein Signal ausgesendet wird. So kann durch eine Kombination von Antennenparametern beispielsweise festgelegt werden, daß ein Signal über die Antenne **3** in der Fahrertür bei einer Frequenz von 125 kHz, bei 100% Sendeleistung und einer Phase von 0° in Bezug auf die Antenne **3** in der Beifahrertür ausgesendet wird. Die Antenne **3** in der Beifahrertür dagegen soll nur ein Signal mit 50% Leistung aussenden. Ebenso sollen die Antennen **3** an den Hintertüren und am Kofferraum kein Signal oder nur Signale mit geringer Leistung aussenden.

Wenn das Fahrzeug zunächst verriegelt ist, so werden die Antennen **3** so angesteuert, daß das Fragesignal im wesentlichen in dem Außenraum außerhalb des Kraftfahrzeugs **1** gesendet wird. Wenn der Benutzer den Motor starten möchte, so betätigt er zunächst den Zündschalter **21** in der Nähe des Lenkrades (bei herkömmlichen Fahrzeugen wird dieser durch Drehen des Zündschlüssels im Zündschloß betätigt). Erkennt die Sende- und Empfangseinheit **2** das Betätigen des Zündschalters **21**, so werden die Antennen **3** vorzugsweise derart angesteuert, daß im wesentlichen der Innenraum (Fahrerabraum und/oder Kofferraum) von dem Magnetfeld durchsetzt wird.

Das gezielte Ansteuern des Innenraums oder des Außenraums geschieht durch unterschiedliche Antennenparameter, durch die die Antennen **3** gesteuert werden. Wenn beispielsweise zwei Antennen **3** nur auf einer Seite des Fahrzeugs angesteuert werden, so wird im wesentlichen der Außenraum mit einem Magnetfeld durchsetzt (vgl. Fig. 5). Werden dagegen zwei gegenüberliegende Antennen **3** (beispielsweise in der Fahrertür und in der Beifahrertür) von der Sende- und Empfangseinheit **2** gesteuert, so wird im wesentlichen der Innenraum von einem Magnetfeld durchsetzt (vgl. Fig. 6 und 7).

Abhängig von der eingestellten Kombination der aktuellen Antennenparameter für die beiden anzusteuern den Antennen **3** in den Vordertüren wird der Innenraum unterschiedlich durchsetzt. Werden beispielsweise zwei gegenüberliegende Antennen **3** gleichzeitig derart angesteuert, daß ihre Magnetfelder im Fahrzeug **1** gegeneinander gerichtet sind (180° Phasenverschiebung zueinander), so erzeugt dies hauptsächlich Feldlinien, die – von einer Antenne **3** kommend im Fußraum des Fahrzeugs verteilt über das Fußbodenblech **22** austreten und sich zurück zu der Antenne **3** wieder schließen (Fig. 7).

Wenn hingegen die beiden gegenüberliegenden Antennen **3** phasengleich (0° Phasenverschiebung) angesteuert werden, so verlaufen die Feldlinien im Innern des Fahrzeugs **1** von einer Antenne **3** zur anderen und über das Fußboden-

blech **22** und das Dachblech **23** zurück zu der jeweiligen Antenne **3** (Fig. 6).

Durch Variation der Phasenverschiebung zwischen den beiden Antennen **3** kann somit der Innenraum des Fahrzeugs **1** vollständig erfaßt werden, so daß der Transponder **5** auch dann antwortet, wenn er ungünstig zu den Antennen **3** im Inneren des Kraftfahrzeugs **1** angeordnet ist, beispielsweise auf dem Fußboden.

Wenn die Antennen **3** auf der Innenverkleidung der Türen angeordnet sind, kann die Innenraumerkennung mit deutlich verminderter Leistung arbeiten. Die Magnetfelder nach außen werden durch das Blech der Türen abgeschirmt oder zumindest stark gedämpft. Somit wird weitgehend ausgeschlossen, daß ein Transponder **5** im Außenraum angesprochen wird, wenn die Innenraumerkennung mit verminderter Leistung betrieben wird.

Um jeweils den vorderen oder den hinteren Teil des Fahrerabtraumes optimal mit dem Magnetfeld zu durchsetzen oder das Magnetfeld bevorzugt im hinteren oder vorderen Außenbereich zu erzeugen, werden die Antennen **3** in den vorderen und hinteren Türen mit unterschiedlichen Leistungen (dies entspricht jeweils einem anderen Antennenparameter) beaufschlagt. Ob die vordere oder die hintere Antenne **3** stärker angesteuert wird, kann beispielsweise davon abhängen, ob der vordere oder der hintere Türgriff beim Einsteigen betätigt wird.

Zum Steuern der Antennen **3** werden erfindungsgemäß verschiedene Kombinationen von Antennenparametern verwendet. Um ein verändertes Magnetfeld (Übertragungskanal) zu erhalten, kann einer oder zugleich auch mehrere Antennenparameter stufenweise oder stetig geändert werden.

Das Diebstahlschutzsystem kann bei unterschiedlichen Fahrzeugtypen eingesetzt werden. Da sich die Fahrzeuge in der Regel in ihrer Geometrie, ihren Ausstattungsgrad und ihren Werkstoffen unterscheiden, muß jedes Fahrzeug am Bandende in einer Initialisierungsphase zunächst initialisiert (erstmaliges Speichern notwendiger Daten und Abgleichen des Diebstahlschutzsystems im Fahrzeug) werden. Hierzu können tragbare oder am Bandende befindliche stationäre Meßantennen **24** (Fig. 8) vorgesehen sein, die die von den Antennen **3** im Kraftfahrzeug **1** ausgesendeten Magnetfelder erfassen. Als tragbare Meßantenne kann auch ein Transponder **5** dienen, der eine Meßeinrichtung aufweist. Dabei wird die Stärke des Magnetfelds am Ort der Meßeinrichtung auf bekannte Weise gemessen.

Die Antennen **3** im Fahrzeug werden dabei mit vielen unterschiedlichen Antennenparametern gesteuert. Ziel ist es, daß im späteren Betrieb des Kraftfahrzeugs **1** eine magnetische Durchdringung einer an einem bestimmten Ort angenommenen Transponderspule **19** im Nahbereich des Fahrzeugs mit möglichst großer Empfangswahrscheinlichkeit erfolgt.

Es wird mit einem Antennenparameter begonnen, mit dem in einem Entwicklungsmodell bei angenommenen Ort des Transponders **5** bereits gute Ergebnisse erzielt wurden. Die Meßantennen **24** sind vorzugsweise in dem Bereich angeordnet, wo sich vermutlich ein Transponder **5** beim Einsteigen in das Kraftfahrzeug **1** befindet.

Die Meßantennen **24** erfassen das Magnetfeld und leiten es an eine Auswerteeinheit, z. B. ein externes Diagnosegerät **25**, zur Auswertung der Meßergebnisse weiter. Wenn in den Meßantennen **24** eine gewünschte Magnetfeldstärke überschritten wird, so wird die aktuelle Kombination von Antennenparametern ausfindig gemacht. Diese Antennenparameter werden dann an die Sende- und Empfangseinheit **2** im Kraftfahrzeug **1** übertragen und dort in dem Parameterspeicher **14** gespeichert. Für zukünftige Übertragungen des Fragesignals während des Normalbetriebs des Kraftfahrzeugs **1**

wird dann zunächst diese Kombination von Antennenparametern als Anfangswerte verwendet, um die Antennen 3 anzusteuern. Wird die gewünschte Magnetfeldstärke dabei nicht erreicht (d. h. kommt kein Antwortsignal zurück), so werden dann die Antennenparameter solange geändert, bis zumindest ein Schwellwert für die Magnetfeldstärke im Bereich des Transponders 5 überschritten wird.

Bei der Initialisierung können durch das Diagnosegerät 25 alle möglichen Antennenparameter in einem Meßwertfeld durchfahren werden, bis die gewünschte Feldstärke an der Meßantenne 24 empfangen wird.

Ein solcher Algorithmus zum Durchspielen aller möglichen Antennenparameter kann sowohl in dem Diagnosegerät 25 als auch in der Sende- und Empfangseinheit 2 gespeichert sein. Es kann auch ein zusätzliches Gerät an das Diagnosegerät 25 angeschlossen werden, in dem dieser Algorithmus gespeichert ist und bei Wunsch durchgeführt wird.

Die verschiedenen Antennenparameter können dabei stetig (z. B. stetiges Ändern der Frequenz oder Leistung) oder auch stufenweise innerhalb eines vorgegebenen Wertebereichs verändert werden. Es können auch einzelne Antennenparameter ausgelassen werden und aus den Meßwerten der optimale Kombination von Antennenparametern aus den gemessenen Magnetfeldstärken ermittelt werden.

Als Meßantenne 24 kann auch eine der Antennen 3 im Kraftfahrzeug 1 verwendet werden. Auf diese Weise kann eine optimale Kombination von Antennenparametern am Bandende bei der Fertigung des Fahrzeugs ermittelt und in dem Fahrzeug in dem Parameterspeicher 14 abgespeichert werden. Mit diesem Antennenparameter beginnt die Sende- und Empfangseinheit 2 die Antennen 3 zu steuern, wenn zukünftig ein Frage-Antwort-Dialog zwischen dem Fahrzeug 1 und dem Transponder 5 stattfinden soll.

Die Antennen 3 sind als Spulen ausgebildet, die jeweils Teil eines RLC-Schwingkreises sind. Durch einen Oszillator wird in jedem Schwingkreis eine hochfrequente Schwingung (beispielsweise bei 125 kHz) angeregt. Die Spule erzeugt dann ein hochfrequentes Magnetfeld, das je nach Form/Ausgestaltung und Anbringungsort der Spule sowie Schwingungsfrequenz und Stärke des Anregestroms (Leistung) eine davon abhängige Reichweite und eine eigene Richtcharakteristik aufweist (vgl. die beiden gestrichelten Bereiche in Fig. 5).

Wenn eine Transponderspule 19 in das Magnetfeld hinein gebracht wird, dann wird deren Windungsfläche mit Feldlinien des Magnetfeldes mehr oder weniger durchsetzt. Abhängig von der Höhe der Durchsetzung wird in der Transponderspule 19 eine Spannung induziert.

Wenn der Schwingung in dem Schwingkreis zusätzlich eine binäre Information (Fragesignal) aufmoduliert wird, so wird diese Information durch das Magnetfeld induktiv von der Antenne 3 zu der Transponderspule 19 übertragen. Die Reichweite der ausgesendeten Signale ist bei einer induktiven Übertragung jedoch sehr gering und beträgt etwa ein bis zwei Meter. Die Reichweite ist jedoch von der Sendeleistung sowie der Sendefrequenz der Antennen 3 und der Anordnung der Antennen 3 im Kraftfahrzeug 1 abhängig. Ebenso ist die Reichweite von der Phase der Ansteuerung von zwei Antennen 3 zueinander abhängig. Diese Abhängigkeiten werden bei der Erfindung ausgenutzt, indem die Antennen 3 mit den verschiedenen Antennenparametern gesteuert werden.

Die Antennenparameter sind in einer Tabelle in dem Parameterspeicher 14 der Sende- und Empfangseinheit 2 abgelegt. Jedem Antennenparameter wird in der Tabelle eine Frequenz (einzustellende Frequenz des Oszillators oder eines Frequenzteilers), eine Leistung (Steuerstrom des Schwingkreises), eine Antenne 3 oder und eine Phase (be-

züglich einer zweiten Antenne 3), mit der jeweils eine Antenne 3 gesteuert wird, zugeordnet. Alle Antennenparameter und ihre zugeordneten Werte werden bei der Entwicklung des Diebstahlschutzsystems durch Erprobung an einem Modell ermittelt.

Bei dem erfindungsgemäßen Diebstahlschutzsystem wird das Fragesignal zumindest über zwei Antennen 3 ausgesendet. Durch die Antennenparameter wird festgelegt, über welche Antennen 3 das Fragesignal beim ersten Aussenden und über welche Antennen 3 das Fragesignal beim nächsten Aussenden ausgesendet wird. Außerdem wird durch andere Antennenparameter festgelegt, unter welchen Bedingungen (Frequenz, Leistung, Phase) die jeweiligen Antennen 3 gesteuert werden. Somit bewirkt jede Kombination von Antennenparametern 3 einen eigenen Übertragungskanal (Magnetfeld), in dem das Fragesignal in Abhängigkeit von den Antennenparametern übertragen wird.

Die Fragesignale enthalten als Information eine binäre Zufallszahl, die eine vorgegebene Länge von beispielsweise 32 Bit aufweist. Die Zufallszahl wird moduliert zu dem Transponder 5 übertragen. Nur wenn der Transponder 5 die vollständige Zufallszahl empfängt, d. h. alle 32 Bit, dann gilt das Fragesignal als korrekt empfangen. Die Zufallszahl kann dazu verwendet werden, das Antwortsignal mit Hilfe eines geheimen, kryptographischen Schlüssels zu erzeugen. Zusätzlich können auch benutzer- oder fahrzeugspezifische binäre Daten zum Verschlüsseln des Antwortsignals verwendet werden. Abhängig vom Ort der Auslösung (Auslöseschalter 4 am Türgriff oder am Zündschloß) kann auch eine Steuerinformation mit der Zufallszahl übertragen werden, durch die dann entschieden wird, ob die Türen oder die Wegfahrsperrung zu steuern sind.

In der Sende- und Empfangseinheit 2 im Kraftfahrzeug 1 wird der gleiche kryptografische Schlüssel verwendet, um aus der Zufallszahl einen erwarteten Sollwert zu errechnen und diesen im Sollwertspeicher 15 abzuspeichern. Dieser Sollwert wird mit dem empfangenen Antwortsignal verglichen. Wenn beide zumindest weitgehend übereinstimmen, so wird ein Steuersignal erzeugt, mit dem die Türschlösser 6 oder die Wegfahrsperrung 7 betätigt wird.

Unter dem Begriff elektronische Wegfahrsperrung ist ein elektronische Einrichtung im Kraftfahrzeug 1 zu verstehen, die das Benutzen des Kraftfahrzeugs 1 nur bei nachgewiesener Berechtigung (Authentifikation) erlaubt. Als Wegfahrsperrung kann beispielsweise das Motorsteuergerät dienen, das seine Funktion nur aufnimmt, wenn der Vergleich zwischen dem Antwortsignal und dem Sollwert Übereinstimmung der beiden erbrachte. Ebenso kann ein Ein-/Ausschalter im Zündkreis oder ein Sperrventil im Kraftstoffkreis als Wegfahrsperrung dienen. Es können auch mehrere Steuergeräte in die Wegfahrsperrung eingebunden werden.

Patentansprüche

1. Diebstahlschutzsystem für ein Kraftfahrzeug mit
 - einer in dem Kraftfahrzeug (1) angeordneten Sende- und Empfangseinheit (2), die mit zumindest zwei voneinander getrennt im Kraftfahrzeug (1) angeordneten Antennen (3) elektrisch verbunden ist, über die jeweils ein Fragesignal ausgesendet wird,
 - einem Antwortgeber (5), der ein Antwortsignal aussendet, wenn er das Fragesignal empfängt,
 - einer Auswerteeinheit (9) in der Sende- und Empfangseinheit (3), die das empfangene Antwortsignal auswertet und mit Sollwerten vergleicht, und mit
 - einer in der Sende- und Empfangseinheit (2)

angeordneten Steuereinheit (9), die ein Fragesignal zumindest zwei Antennen (3) abhängig jeweils von einer Kombination von Übertragungsparametern zuführt, wodurch das Fragesignal in Abhängigkeit von den Übertragungsparametern in zumindest zwei verschiedenen Übertragungskanälen übertragen wird, wobei die Übertragungsparameter in Abhängigkeit vom Antwortsignal verändert werden.

2. Diebstahlschutzsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß diejenigen Übertragungsparameter für zukünftige Übertragungen des Fragesignals zunächst verwendet werden, bei denen das zurückgesendete Antwortsignal zumindest weitgehend mit den Sollwerten übereinstimmt.

3. Diebstahlschutzsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Übertragungsparameter zeitweise solange verändert werden, bis das zurückgesendete Antwortsignal weitgehend mit den Sollwerten übereinstimmt.

4. Diebstahlschutzsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Übertragungsparameter in einem Speicher (14) der Sende- und Empfangseinheit (2) gespeichert sind.

5. Diebstahlschutzsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Übertragungsparameter die Sendefrequenz, die Sendeleistung, die Phasenlage oder die Auswahl von Antennen (3), mit denen das Fragesignal ausgesendet wird, bestimmen.

6. Diebstahlschutzsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Antennen (3) in Form von elektrischen Spulen in der Fahrertür, in der fahrerseitigen Hintertür, in der Seitenwand im Bereich des Rücksitzes, des Tanks oder der Stoßfänger oder an sonstigen Stellen in der Karosserie angeordnet sind.

7. Diebstahlschutzsystem nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß sowohl fahrerseitig als auch beifahrerseitig Antennen (3) an der Fahrzeugkarosserie befestigt sind.

8. Diebstahlschutzsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Antwortgeber (5) in einem Scheckkartenähnlichen Gehäuse angeordnet ist und eine oder mehrere Antennen (19) in Form von elektrischen Spulen aufweist.

9. Diebstahlschutzsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Übertragungsparameter innerhalb eines vorgegebenen Bereichs stufenweise verändert werden und jeder Kombination von Übertragungsparametern eine Kennzahl zugeordnet wird, die mit dem Fragesignal zu dem Antwortgeber gesendet wird, und der Antwortgeber zu jedem Fragesignal ein entsprechendes Antwortsignal zurücksendet, das die mit dem Fragesignal übermittelte Kennzahl enthält, wenn das Fragesignal ordnungsgemäß empfangen wurde.

10. Diebstahlschutzsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Sende- und Empfangseinheit (2) Antennen (3) nur auf der Fahrerseite oder nur auf der Beifahrerseite des Kraftfahrzeugs (1) ansteuert, wenn ein Fragesignal in einen Bereich außerhalb des Kraftfahrzeugs (1) gesendet werden soll und daß die Sende- und Empfangseinheit (2) Antennen (3) sowohl auf der Fahrerseite als auch auf der Beifahrerseite des Kraftfahrzeugs (1) ansteuert, wenn ein Fragesignal in das Fahrzeuginnere gesendet werden soll.

11. Diebstahlschutzsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Transponder (5) eine Meßeinrichtung aufweist, mit der das Fragesignal in seiner Stärke gemessen und ein Meßwert zurück zu der Sende- und Empfangseinheit (2) im Kraftfahrzeug gesendet wird sowie dort die zu dem gerade empfangenen Fragesignal zugehörigen Antennenparametern für zukünftige Übertragungen gespeichert werden.

Hierzu 6 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

FIG 2

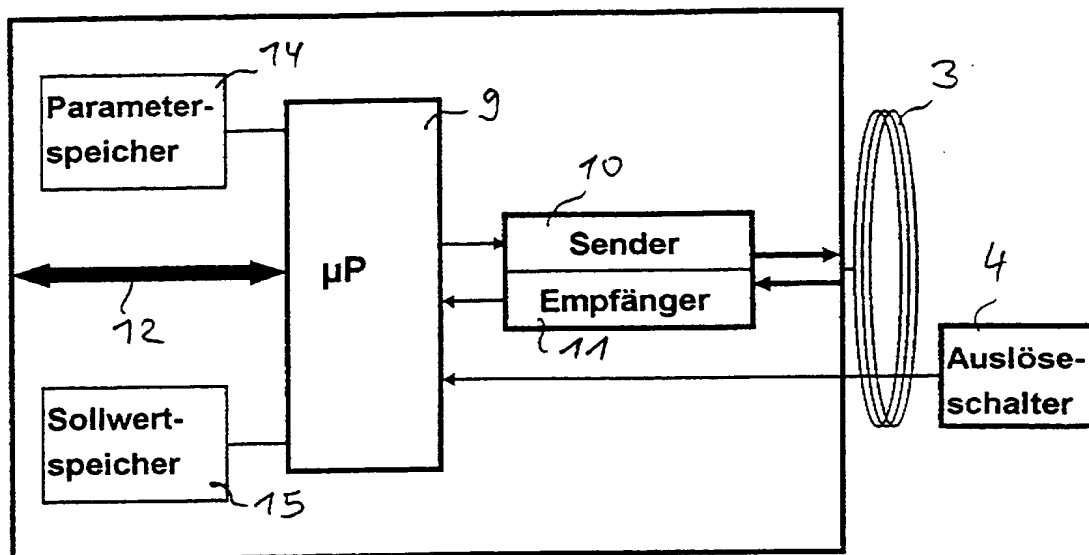


FIG 3

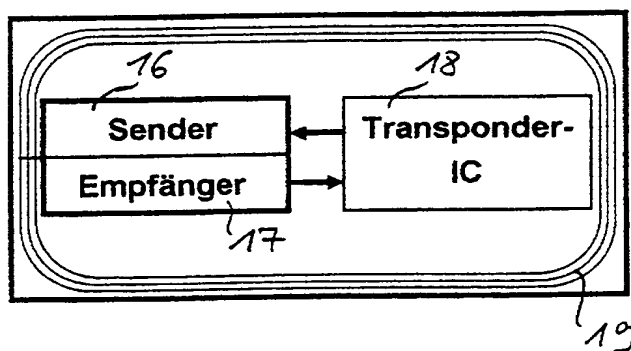
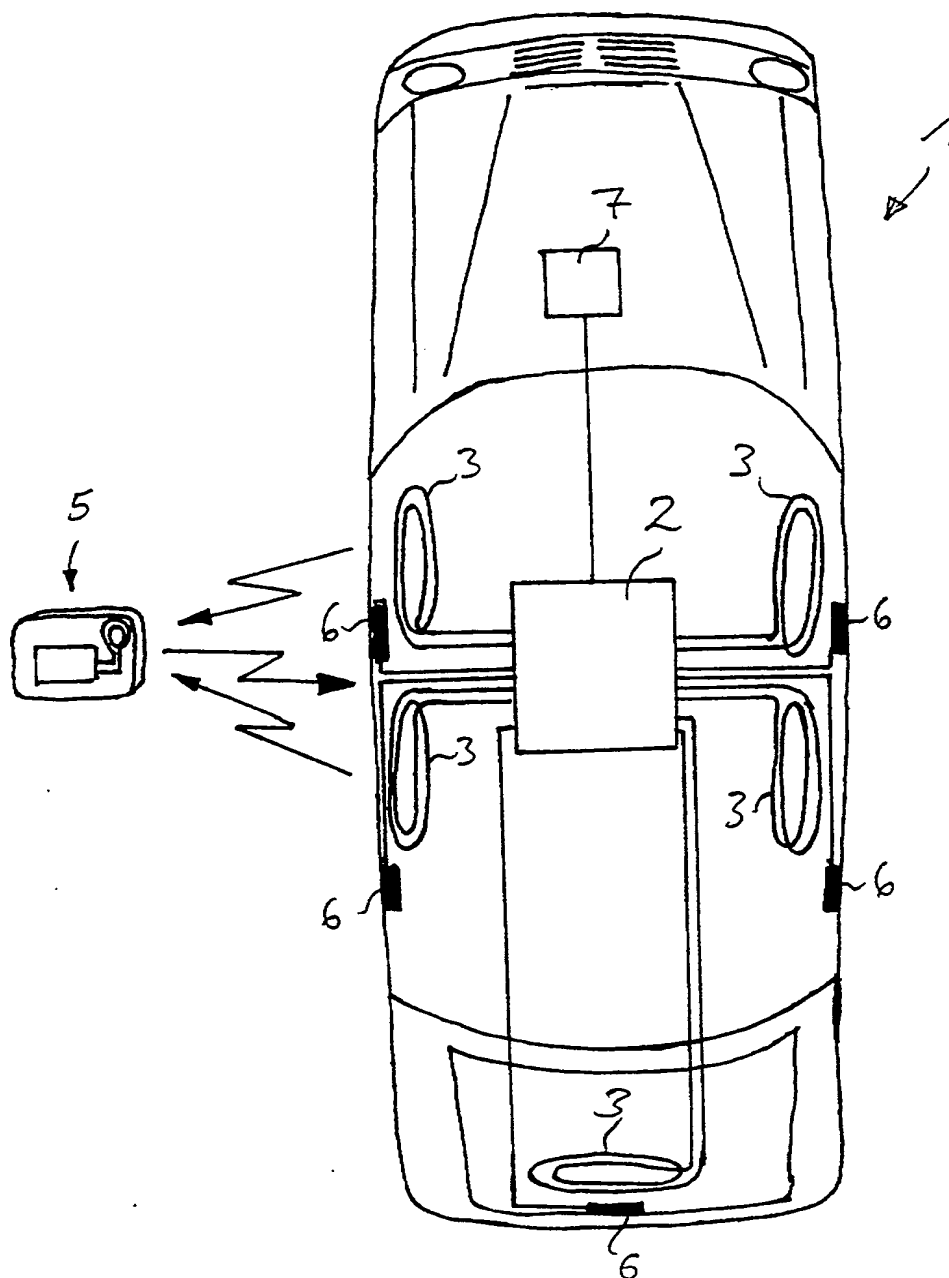


FIG 1



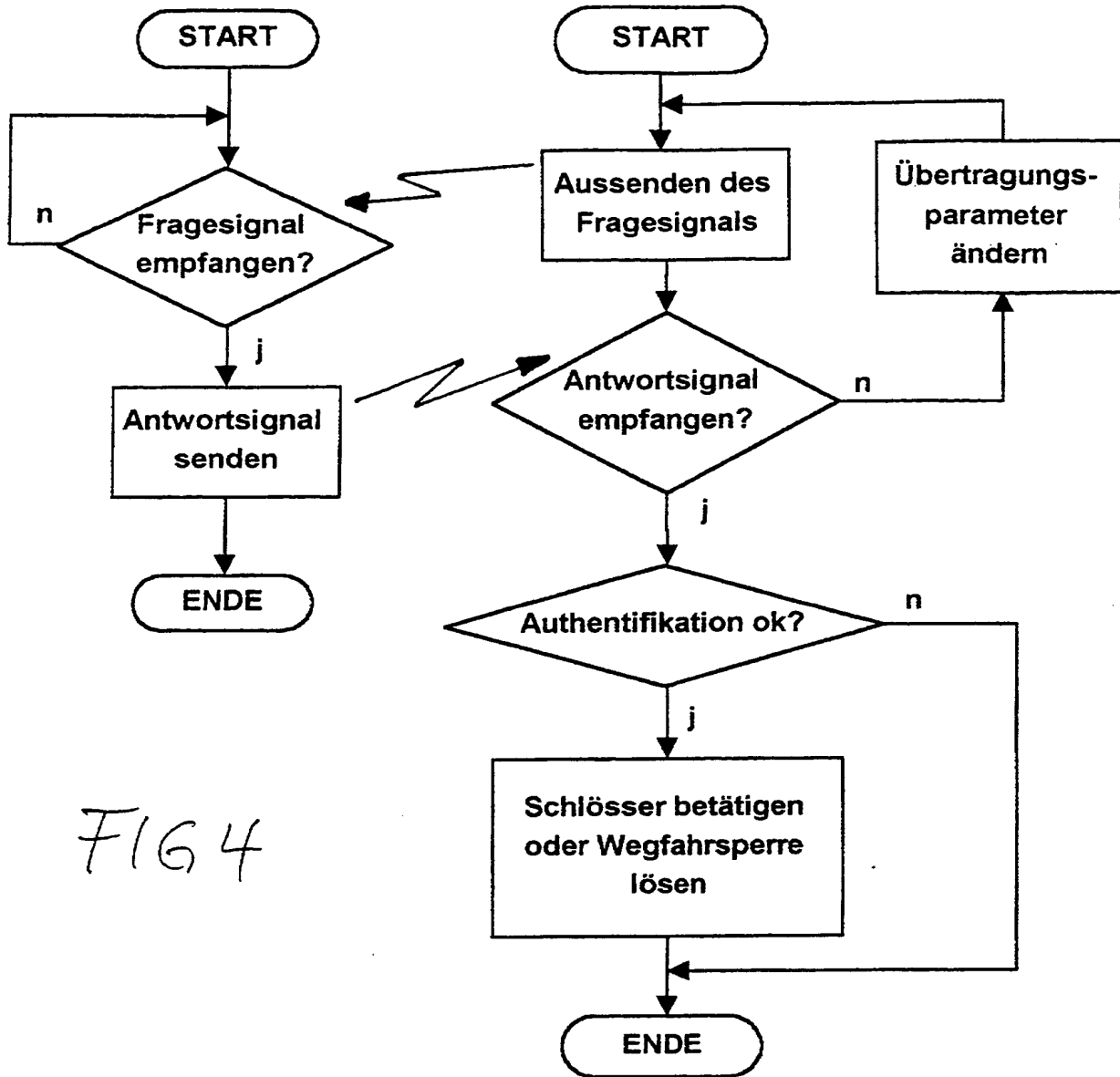


FIG 4

FIG 5

